

УДК 628.544:504.064.4

**ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

И.А. Мезенцева, В.В. Горбенко, И.Н. Любченко, С.В. Котлярова

**ПЕРЕРОБКА ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВ
МАШИНОБУДІВНОГО КОМПЛЕКСУ**

I.O. Mezentseva, V.V. Gorbenko, I.M. Lubchenco, S.V. Kotlyarova

**SOLID WASTE PROCESSING ENTERPRISES
ENGINEERING COMPLEX**

I. Mezentseva, V. Gorbenko, I. Lubchenco, S. Kotlyarova

Показана целесообразность утилизации твердых отходов электроэрозионной обработки сложнолегированных сплавов. Рассмотрены виды электроэрозионной обработки, а также физические явления, происходящие при данной обработке и характеристики отходов – продуктов эрозии.

Ключевые слова: отходы, электроэрозионная обработка, цветные металлы

Показано доцільність утилізації твердих відходів електроерозійної обробки складнолегованих сплавів. Розглянуто види електроерозійної обробки, а також фізичні явища, що виникають, при цьому виді обробки та характеристики відходів – продуктів ерозії.

Ключові слова: відходи, електроерозійна обробка, кольорові метали, складнолеговані сталі

The efficiency of solid waste electrical discharge machining complex alloys. The types of electrical discharge machining, as well as the physical phenomena occurring at a given processing and characteristics of the waste - products of erosion.

Keywords: waste, spark erosion, nonferrous metals, complex alloyed steels

В условиях нестабильной политической и экономической ситуации предприятия машиностроительного комплекса Украины развивались без должного учета экологических последствий на окружающую природную среду. Меры, принимаемые некоторыми предприятиями по защите биосферы от воздействия токсичных веществ, мало или недостаточно эффективны, вследствие чего экологическая обстановка в районах расположения этих предприятий остается крайне напряженной. Устаревшие технологические процессы, износ основного оборудования, отсутствие или несовершенство процессов утилизации влечет к образованию отходов. Как правило, промышленные комплексы являются гра-

дообразующими, что влечет за собой решение целого ряда проблем, таких как, обеспечение населения питьевой водой, захоронение и переработка бытовых и промышленных отходов, решение других экологических проблем.

Широко используемый на предприятиях машиностроительного комплекса электроэрозионный метод обработки деталей, изготовленных из легированных сталей и сплавов цветных металлов, приводит к накоплению образующихся отходов на территориях предприятий. Для того чтобы предложить эффективный метод утилизации отходов необходимо разобраться в природе физических явлений происходящих при данной обработке деталей, а также изучить характеристику отходов.

Электроэрозионный метод применяют при обработке полостей ковочных, вырубных, формовочных и других штампов, пресс-форм, литейных форм, высадочного и фасонного металлорежущего инструмента, деталей топливной аппаратуры, газотурбинных двигателей, различных приборов и изделий. Этот метод основан на использовании преобразуемой в тепло энергии электрических разрядов, возбуждаемых между инструментом и заготовкой. В зависимости от вида электрического разряда (искры, дуги), параметров импульса тока, напряжения и других условий электроэрозионная обработка включает четыре основные разновидности: электроискровую, электроимпульсную, электроконтактную и анодно-механическую. Каждая из этих обработок отличается выходными технологическими характеристиками, оборудованием и имеет свою область промышленного применения. Однако, все разновидности электроэрозионной обработки металлов основаны на использовании явления электрической эрозии [1-3].

При данной обработке специфику физических процессов определяет энергия импульса тока, которая, распределяясь между анодом, катодом и столбом разряда, выделяется в течение весьма короткого времени при высоких плотностях. В результате происходит удаление металла с обрабатываемой заготовки, изменение структуры и свойств поверхностного слоя, наблюдается некоторое расходование материала электрода, разложение рабочей жидкости.

В момент прохождения искрового разряда между электродом и поверхностью детали, возникают условия для удаления материала с поверхности детали. Удаленный материал может находиться в жидкой, парообразной и твердой фазах. С уменьшением длительности импульса, при неизменной его энергии, увеличивается количество материала, удаляемого в парообразном состоянии [3]. После окончания импульса тока газовая полость продолжает по инерции расширяться. Одновременно происходит конденсация паров металла, которая приводит к быстрому падению давления в газовой полости, вплоть до давления ниже атмосферного. В момент, когда величина этой полости приближаются к наибольшим размерам, а давление в ней – к наименьшему значению, перегретый металл, который находится в образовавшейся лунке, вскипает. Происходит взрывное выбрасывание микрокапель расплава в окружающую среду [3-5].

В первый момент капли летят в облаке водяного пара, в котором нагретый металл окисляется. Тончайшая пленка оксида покрывает всю поверхность частиц. Причем содержание оксидов в продуктах эрозии при разряде в воде име-

ется в основном в мельчайшей фракции ($10^{-8} - 10^{-7}$ м), а в крупной и средней фракциях количество оксидов находится на пределе чувствительности рентгенографического метода. Металлографические исследования показывают много точечных включений оксидной фазы. На содержание оксидов в продуктах эрозии указывают авторы работ [3, 5]. Таким образом, оксидная фаза находится в виде фрагментов оксидной оболочки на поверхности частиц и в виде точечных включений в материале частиц.

Количественное содержание оксидов зависит от свойств материала электродов, межэлектродной среды и, в основном, от электрических параметров разряда. Так, например, процентное содержание оксидов значительно повышается с увеличением длительности разряда при одной и той же энергии разряда. Образование оксидов происходит за счет взаимодействия кислорода среды, в которой происходит обработка, с поверхностью расплавленных отдельных более крупных или мелких частиц, которые выбрасываются с пораженной разрядом поверхности электрода.

Проведение технологических процессов с использованием электроэрозионной обработки неизбежно приводит к образованию отходов, содержащих значительное количество легирующих элементов. В состав отходов - продуктов эрозии входят соединения никеля, хрома, вольфрама, молибдена, титана и др. Образующиеся в сравнительно небольшом количестве данные отходы накапливаются на территориях предприятий.

Основные составляющие отходов являются токсичными, что подтверждается значениями их предельно-допустимых концентраций (ПДК). Например, ПДК никеля и его оксида в почве составляет 4 мг/кг. Воздействие на живые организмы соединений, входящих в отходы, приводит к негативным последствиям. Соединения металлов, попадая в плодородные земли, нарушают взаимосвязь в трофических цепях и, таким образом, вызывают нежелательные изменения в них. Канцерогенное действие никеля связано с внедрением его в клетки, где он вызывает нарушения ферментных и обменных процессов. Никель, связываясь с рибонуклеиновой кислотой, вызывает нарушение структуры и функции нуклеиновых кислот [6, 7]. В работе [8] представлен анализ содержания никеля, хрома и ряда других элементов в почве для некоторых территорий г. Харькова. Установлено превышение ПДК подвижных форм никеля в 1,5-2 раза не только на территории жилых домов по ул. Танкопия, но и на территории парка Артема, где иногда концентрация никеля даже выше, чем в застроенной зоне. Это объясняется сосредоточением здесь промышленных предприятий. Поэтому, сбор и хранение отходов на территориях предприятий представляют собой экологическую опасность.

В работах [9-14] приводятся способы переработки отходов электроэрозионной обработки.

Результаты исследования механических свойств и микроструктуры, легированных алюминиием чугуна, синтезированного из дисперсных отходов машиностроения (шламы электрохимической и электроэрозионной обработки, дробеметной обработки, напылительных, заточных, помольных операций) в специализированном электротермическом плавильном агрегате приводятся в

работах [9, 10]. Технология получения чугуна в специализированном электро-термическом плавильном агрегате достаточно подробно описана в работе [10].

В работах [11 - 14] представлены способы переработки твердых отходов электроэрозионной обработки деталей из никелевых сплавов с целью получения комплексных легирующих добавок. Получение комплексных легирующих добавок из окисленных никельсодержащих отходов путем восстановления твердым углеродом описано в работах [11 - 13]. Полученная лигатура может быть использована при легировании сталей и чугунов.

Авторы работ [14] рассматривают технологию переработки, которая заключается в процессе двух этапного восстановления гранулированных окисленных отходов и дальнейшее использование частично восстановленных гранул в качестве легирующей присадки при плавке чугуна.

Использование отходов в качестве вторичного сырья имеет важное значение для дальнейшего развития народного хозяйства Украины. В частности, актуальным является использование твердых отходов электроэрозионной обработки сплавов из цветных металлов и сложнолегированных сталей, в качестве легирующих добавок к чугунам и сталям. Это позволяет без дополнительных капитальных затрат оказывать значительное воздействие на свойства железо-углеродистых сплавов и снизить экологическую нагрузку на окружающую природную среду.

Литература

1. Фотеев Н.К. Технология электроэрозионной обработки / Фотеев Н.К. - М. : Машиностроение, 1980. - 184с.
2. Золотых Б.Н. , Мельбер Р.Р. Физические основы электроэрозионной обработки / Золотых Б.Н. , Мельбер Р.Р. - М.: , 1977.
3. Намитоков К.К. Электроэрозионные явления / Намитоков К.К. - М. : Энергия, 1978.- 456с.
4. Фоминский Л.П. Особенности порошка, получаемого электроэрозионным диспергированием чугуна в воде / Фоминский Л.П., Левчук М.В., Мюллер А.С. // Электронная обработка материалов. -1986.- №3.- С. 11-14.
5. Намитоков К.К. Об агрегатном состоянии, составе и состоянии продуктов электрической эрозии металлов / Намитоков К.К. // Физические основы электроискровой обработки металлов. М. : Изд-во АН СССР, 1966. - С. 86-108.
6. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающую среду. Справочник. / Сост. Дмитриев М.Т., Карнина Н.И., Пинигина И.А. - М.: Химия, 1983. - 338с.
7. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров, врачей. Т. 3. Неорганические и элементарные соединения. / Под. ред. Проф. Лазарева Н.В. и др. - Л.: Химия, 1974.- 608с.
8. Крайнюк Е.В., Ольгинский А.Г. Содержание тяжелых и токсичных металлов в почве / Е.В. Крайнюк, А.Г. Ольгинский // Людина і довкілля. 2002. - Випуск 3. - С.26-31.

9. Воронин Е.М., Кокина Т.М. Получения качественных литейных сплавов из мелкодисперсных отходов производства / Е.М. Воронин, Т.М. Кокина // Литейное производство. –1999. – №2. – С.13-14.
10. Получение черных металлов из дисперсных отходов машиностроительного комплекса / Э.Н. Корниенко, М.С. Колесников, Н.Н. Сафронов, Е.М. Воронин // Литейное производство.– 1998. – №9. – С.5-6.
11. Горбенко В. В., Винник И.А. Получение комплексных легирующих добавок из никельсодержащих отходов после электроэрозионной обработки деталей / В. В. Горбенко, И.А. Винник // Проблемы механики горно-металлургического комплекса : Сб. мат-лов Межд. науч.-техн. конф., 28-31 мая 2002г., - Днепропетровск. – 2002 – С.106-109.
12. Мезенцева И.А. Физико-химическая модель процесса восстановления окисленных никельсодержащих отходов / И.А. Мезенцева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2006. - №2/1 (20). –С.70-73.
13. Пат. 17244 Україна, МПК(2006) С 22 В 7/00, С 22 С 35/00 Спосіб виплавлення комплексної лігатури / Мезенцева І.О., Горбенко В.В., Камкіна Л.В., Дьомін Д.О.; заявник и патентовласник НТУ «ХПІ». - № 200603291 ; заявл. 27.03.2006 ; опубл. 15.09.2006; Бюл. №9.
14. Processing of the Ni- and Cr-Bearing Oxidized Scarfing Granulates with Liquid Cast Iron / Sokolov V.M., Gorbenko V.V., Vinnik I.A., Zhydkov E.A. // Proceedings of the International Symposium on the thermo-mechanical and physico-chemical principles of high-temperature processing of nonferrous metals. San Diego, California, 2006. - 1 - s.453-462.

Мезенцева Ирина Александровна

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра охраны труда и окружающей среды

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, Харьков, Украина, 61002

Круг научных интересов: Проблемы утилизации промышленных отходов.

Контактный тел.: (057) 707-64-65, 066-361-85-24

E-mail: mezencevaia@mail.ru

Горбенко Вероника Владимировна

кандидат технических наук, доцент, профессор

Кафедра охраны труда и окружающей среды

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, 61002

Круг научных интересов: Проблемы утилизации промышленных отходов.

Контактный тел.: (057) 707-64-65

E-mail: gorbenko.kpi@mail.ru

Любченко Ирина Николаевна
Старший преподаватель
Кафедра охраны труда и окружающей среды
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
ул. Фрунзе, 21, Харьков, Украина, 61002
Круг научных интересов: Проблемы утилизации промышленных отходов.
Контактный тел.: (057) 707-64-65, 050-040-04-73

Котлярова Светлана Владимировна
Старший преподаватель
Кафедра охраны труда и окружающей среды
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
ул. Фрунзе, 21, Харьков, Украина, 61002
Круг научных интересов: Проблемы утилизации промышленных отходов.
Контактный тел.: (057) 707-64-65

Mezentseva Irina
Ph.D., Associate Professor
Department of Health & Safety and Environment
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
street. Frunze 21, Kharkov, Ukraine, 61002
Research interests: issues of utilization of industrial waste.
Contact tel.: (057) 707-64-65, 066-361-85-24
E-mail: mezencevaia@mail.ru

Gorbenko Veronica V.
Ph.D., Associate Professor
Department of Health & Safety and Environment
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
street. Frunze 21, Kharkov, 61002
Research interests: issues of utilization of industrial waste.
Contact tel.: (057) 707-64-65
E-mail: gorbenko.kpi @ mail.ru

Irina Lyubchenko
Senior Lecturer
Department of Health & Safety and Environment
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
street. Frunze 21, Kharkov, Ukraine, 61002
Research interests: issues of utilization of industrial waste.
Contact tel.: (057) 707-64-65, 050-040-04-73

Svetlana Kotlyarova
Senior Lecturer
Department of Health & Safety and Environment
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
street. Frunze 21, Kharkov, Ukraine, 61002
Research interests: issues of utilization of industrial waste.
Contact tel.: (057) 707-64-65

Мезенцева Ірина Олександрівна
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра охорони праці та навколишнього середовища
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Фрунзе, 21, Харків, Україна, 61002
Коло наукових інтересів: Проблеми утилізації промислових відходів.
Контактний тел.: (057) 707-64-65, 066-361-85-24
E-mail: mezencevaia@mail.ru

Горбенко Вероніка Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент, професор
Кафедра охорони праці та навколишнього середовища
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002
Коло наукових інтересів: Проблеми утилізації промислових відходів.
Контактний тел.: (057) 707-64-65
E-mail: gorbenko.kpi @ mail.ru

Любченко Ірина Миколаївна
Старший викладач
Кафедра охорони праці та навколишнього середовища
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Фрунзе, 21, Харків, Україна, 61002
Коло наукових інтересів: Проблеми утилізації промислових відходів.
Контактний тел.: (057) 707-64-65, 050-040-04-73

Котлярова Світлана Володимирівна
Старший викладач
Кафедра охорони праці та навколишнього середовища
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Фрунзе, 21, Харків, Україна, 61002
Коло наукових інтересів: Проблеми утилізації промислових відходів.
Контактний тел.: (057) 707-64-65